

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Návrhy úprav křižovatky ul. Těšínská x Čapkova v Ostravě
Intersection of Těšínská and Čapkova Streets Modifications Design in
Ostrava

Student:

Ivan Stach

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Tichý

Ostrava 2010

Zadání

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

Ivan Stach

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Stach, I.: Návrhy úprav křižovatky ul. Těšínská x Čapkova v Ostravě

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství, 2009, vedoucí Tichý, J., text 47 stran formátu A4, výkresy 28 stran formátu A4.

Práce má za úkol porovnat na úrovni dopravně inženýrské prověřovací studie možnosti úprav stávající křižovatky ul. Těšínská x Čapkova v Ostravě na okružní nebo řízenou světelně signalizačním zařízením, a to jak z hlediska řešení dopravních nehod, vývoje intenzit dopravy, rozhledových poměrů apod.

První část této práce se zabývá analýzou stávající křižovatky. V další části je proveden vlastní návrh úprav křižovatky. Závěr práce je zaměřen na zhodnocení navržených variant.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Stach, I.: Intersection of Těšínská and Čapkova Streets Modifications Design in Ostrava

Ostrava: VŠB – Technical university of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, Department of Transport constructions, 2009, thesis head Tichý, J., text 47 pages A4 paper format, drawings 28 pages A4 paper format.

This bachelors work is tasked to find out possibilities of modifications of current crossing (Tesinska x Capkova) in Ostrava into rotary intersection or an intersection with traffic lights regulation. Focus is landed especially on accident frequency, development of traffic volume and sight conditions.

Report about the analysis of current crossing comes as first, followed by the design of proper modifications. Conclusion of this work is oriented at the valuation of designed variations.

Poděkování:

Rád bych poděkoval panu Ing. Jiřímu Tichému za cenné rady, připomínky a odborné vedení mé bakalářské práce.

V Ostravě dne 27. dubna 2010

.....
Ivan Stach

Obsah

Obsah	7
Seznam použitého značení	9
1 Úvod	11
2 Popis dopravní situace	12
2.1 Charakter dotčeného území a dotčených komunikací.....	12
2.2 Popis řešené křižovatky.....	13
3 Analýza křižovatky	15
3.1 Rozbor dopravní nehodovosti	15
3.2 Závěry analýz dopravní nehodovosti	17
3.3 Intenzity dopravy	18
3.3.1 Sčítání intenzit dopravy provedené Ostravskými komunikacemi a.s.....	18
3.3.2 Vlastní průzkum intenzit dopravy	19
3.3.3 Zhodnocení průběhu intenzit dopravy	21
3.4 Porovnání dopravní nehodovosti vzhledem k vývoji intenzit dopravy	21
3.5 Posouzení kapacity stávající křižovatky	23
3.5.1 Výpočet kapacity	23
3.5.2 Závěry posouzení kapacity křižovatky	28
3.6 Závěr analýz křižovatky	28
4 Prognóza	29
4.1 Analýza vlivu spojených s demografickým rozvojem oblasti	29
4.2 Výpočet výhledových intenzit dopravy	29
4.3 Závěr prognózy	30
5 Návrh stavebních úprav křižovatky	31
5.1 Návrhové vstupní údaje	31
5.2 Varianta 1 – křižovatka řízená SSZ	32
5.2.1 Posouzení z hlediska umístění SSZ	32
5.2.2 Návrh světelně řízené křižovatky	34
5.2.3 Návrh signálního plánu	34
5.3 Varianta 2 – okružní křižovatka	40
5.3.1 Návrh okružní křižovatky	40
5.3.2 Posouzení kapacity okružní křižovatky	40
6 Zhodnocení variant řešení	45

6.1 Zhodnocení přestavby křižovatky na křižovatku řízenou SSZ z hlediska bezpečnostního	45
6.1.1 Predikce dopravních nehod navržené řízené křižovatky	45
6.2 Ekonomické zhodnocení přestavby křižovatky na řízenou SSZ	46
6.3 Zhodnocení přestavby křižovatky na okružní křižovatku z hlediska bezpečnostního	47
6.3.1 Predikce dopravních nehod navržené okružní křižovatky	47
6.4 Ekonomické zhodnocení přestavby křižovatky na okružní křižovatku	48
6.5 Závěr zhodnocení variant z bezpečnostního a ekonomického hlediska	49
6.6 Doporučená varianta	49
7 Závěr	51
8 Seznam použité literatury	52
9 Přílohy	53

Seznam použitého značení

ALGe	.....	stupeň vytížení vjezdu [%]
C	.....	cyklus [s]
C _{opt}	.....	optimální cyklus [s]
C _n	.....	kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h]
G _n	.....	základní kapacita pruhu n-tého proudu [pvoz/h]
I _d	.....	denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]
I _H	.....	rozhodující intenzita nadřazených proudů [pvoz/h]
I _m	.....	intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]
I _n	.....	intenzita dopravy dopravního proudu n [pvoz/h]
L	.....	délka čekací fronty [m]
L _e	.....	kapacita vjezdu [v/h]
L _n	.....	najíždějící dráha [m]
L _v	.....	vyklizovací dráha [m]
L _{voz}	.....	délka vozidla [m]
Q _a	.....	intenzita vozidel na výjezdu [v/h]
Q _e	.....	intenzita vozidel na vjezdu [v/h]
Q _k	.....	intenzita vozidel na okružním jízdním pásu [v/h]
R	.....	rezerva kapacity [v/h]
Rez	.....	rezerva kapacity [pvoz/h], [%]
S	.....	saturovaný tok vjezdu [jv/h]
S _{zakl}	.....	základní saturovaný tok vjezdu [jv/h]
S _{zakl(pruhu)}	.....	základní saturovaný tok řadícího pruhu [jv/h]
Y	.....	celkový stupeň saturace [-]
b	.....	vzdálenost mezi dvěma kolizními body C a C' [m]
f	.....	podíl odbočujících vozidel z celkové intenzity vjezdu [jv/h]
k _{m, d}	.....	přepočtový koeficient dopravy v době průzkumu na denní intenzitu [-]
k _{obl}	.....	koeficient oblouku [-]
k _{skl}	.....	koeficient sklonu [-]
p _{o, n}	.....	pravděpodobnost nevzdutého stavu ve společném pruhu na hl. kom. [-]
p _x	.....	pravděpodobnost současného nevzdutí proudu 1 a 7 [-]
p _{z, n}	.....	pravděpodobnost současného nevzdutí n-tého proudu [-]

t_b	bezpečnostní doba [s]
t_f	následný časový odstup [s]
t_m	mezičas[s]
t_v	vyklizovací doba [s]
t_w	střední doba zdržení [s]
$v_{85\%}$	rychlostní charakteristika dopravního proudu – rychlost, kterou nepřekročí 85 % vozidel [km/h]
y	stupeň saturace vjezdu [-]
z	délka signálu volnu (zelené) [s]
z'	délka efektivní zelené [s]
α	faktor závislý na vzdálenosti b mezi dvěma kolizními body C a C' [-]
Σp_i^d	součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]

1 ÚVOD

Rozvoj automobilové dopravy s sebou nese mnoho pozitiv, ale zároveň i mnoho negativ, v důsledku nadměrného provozu ve městech a v obcích. Při nadměrné koncentraci vozidel vzniká mnohem větší riziko kolizních situací, kdy jsou ohroženi jak řidiči, tak osoby pohybující se v blízkosti komunikace. Jedním z těchto rizikových míst je například křižovatka. Nevhodné navrhnutí uspořádání křižovatky může vážně ohrozit plynulost dopravy a nežádoucím způsobem snížit dopravní výkonnost připojených pozemních komunikací, v neposlední řadě může být příčinnou nehod.

V současné době dochází k neustálému nárůstu intenzity dopravy a tím vznikají problémy na křižovatkách pozemních komunikací, které nejsou na tento rychlý nárůst stavěny. Proto je stále častěji potřeba řešit kapacitní problematiku neřízených úrovněových křižovatek. Vhodnými stavebními úpravami, nebo změnou organizace dopravy, lze tyto problémy úspěšně odstranit. Dnes bývá častým řešením těchto problémů přestavba úrovněové neřízené křižovatky na křižovátku okružní, nebo řízenou světelně signalizačním zařízením.

V souladu s úvodem je cílem této práce porovnat možnosti úprav stávající křižovatky ulic Těšínská x Čapkova x Lihovarská v Ostravě, a to na úrovni dopravně inženýrské prověřovací studie.

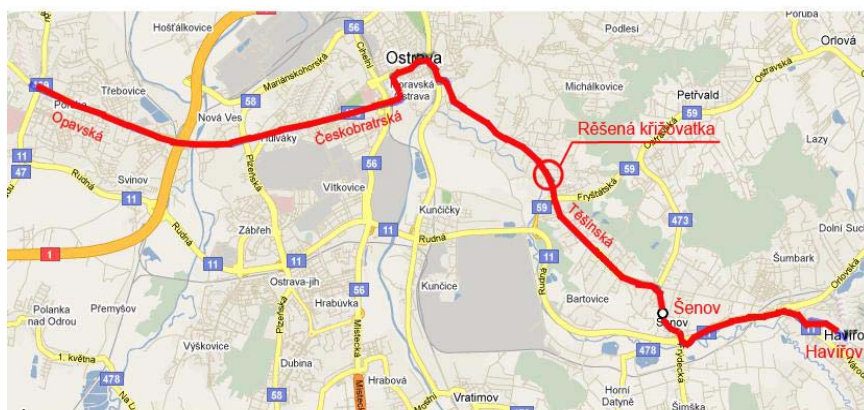
2 Popis dopravní situace

2.1 Charakter dotčeného území a dotčených komunikací

Řešená křižovatka je situována v oblasti Slezská Ostrava, v městském obvodu Radvanice. Obvod je tvořen převážně zástavbou rodinných domů a objekty sociálních služeb. Křižovatka je průsečnicí silnic II/479 (ul. Těšínská) x III/4725 (ul. Čapkova) x MK ul. Lihovarská.

Silnice II/479

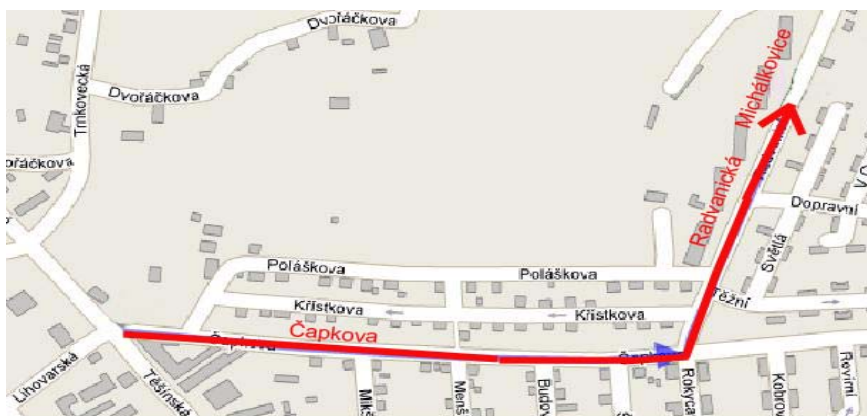
Silnice II/479 je sběrná komunikace funkční skupiny B. Má regionální význam pro své západovýchodní vedení nejhustěji obydlenými částmi Ostravy (Opavská - 28. října – Českobratrská - Těšínská). Zároveň má význam výpadovky na Šenov a Havířov.



Obr. 1: Silnice II/479 [15]

Silnice III/4725

Silnice III/4725 prochází městskými obvody Radvanice a Michálkovice a její součástí jsou ulice Čapkova a Radvanická. Svým charakterem odpovídá místní komunikaci funkční skupiny C a slouží k obsluze daného území.



Obr. 2: Silnice III/4725[15]

MK ul. Lihovarská

MK ul. Lihovarská je komunikace funkční skupiny C a slouží k obsluze daného území. Zároveň propojuje silnici II/479 (ul. Těšínská) a silnici III/4703 (ul. Šenovská).



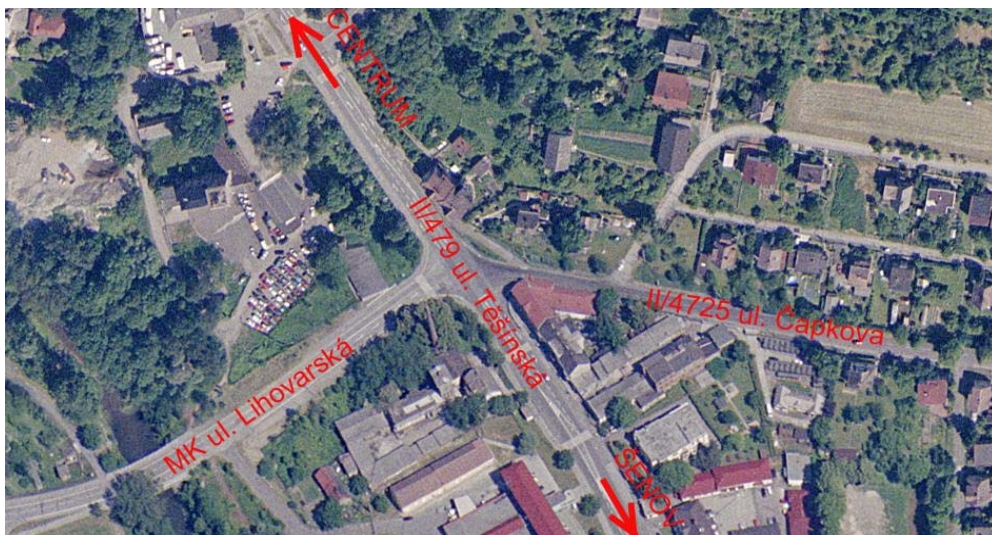
Obr. 3: MK ul. Lihovarská [15]

2.2 Popis řešené křižovatky

Předmětná křižovatka je průsečná a světelně neřízená. Hlavní komunikace II/479 ul. Těšínská je dvoupruhová komunikace s přídatným pruhem pro odbočení vlevo.

Vedlejší komunikace III/4725 ul. Čapkova je dvoupruhová komunikace bez pruhu pro levé odbočení. Při vjezdu do křižovatky brání rozhledu na vozidla jedoucí po hlavní komunikaci směrem od Šenova přiléhající zástavba. Vjezd je proto upraven svislou dopravní značkou P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“.

MK ul. Lihovarská je dvoupruhová komunikace s přídatným pruhem pro odbočení vlevo. Na vjezdu do křižovatky je rovněž umístěna svislá dopravní značka P6 „Stůj, dej přednost v jízdě.“ Přejech pro chodce na ulici Lihovarské neodpovídá současným normám. Jeho délka je 10,0 m a je veden přes tři jízdní pruhy.



Obr. 4: Letecký snímek křižovatky



Obr. 5: Pohled na objekt bránící výhledu řidičům z ul. Čapkovy

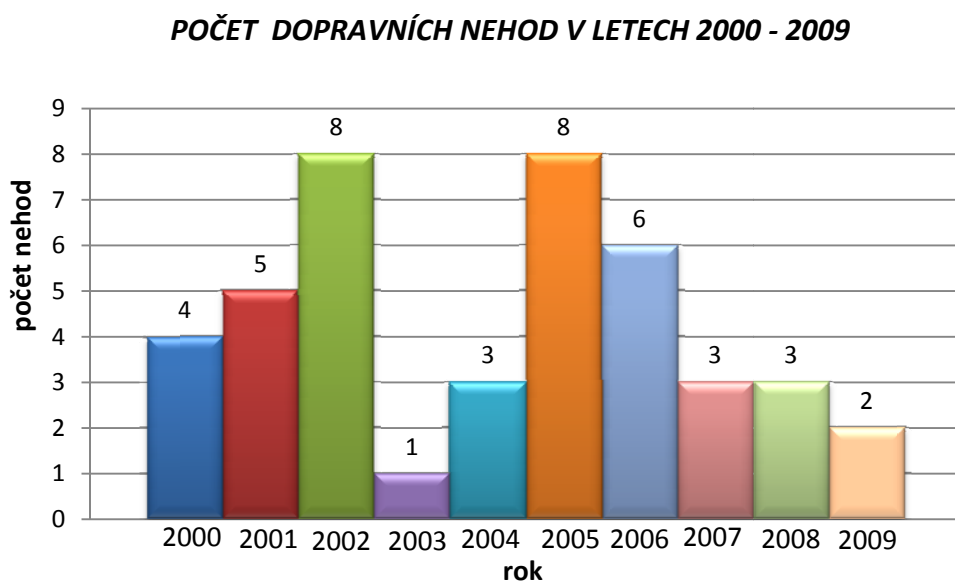


Obr. 6: Pohled na vjezd z ul. Lihovarské a nesprávné řešení přechodu pro chodce

3 Analýza křižovatky

3.2 Rozbor dopravní nehodovosti

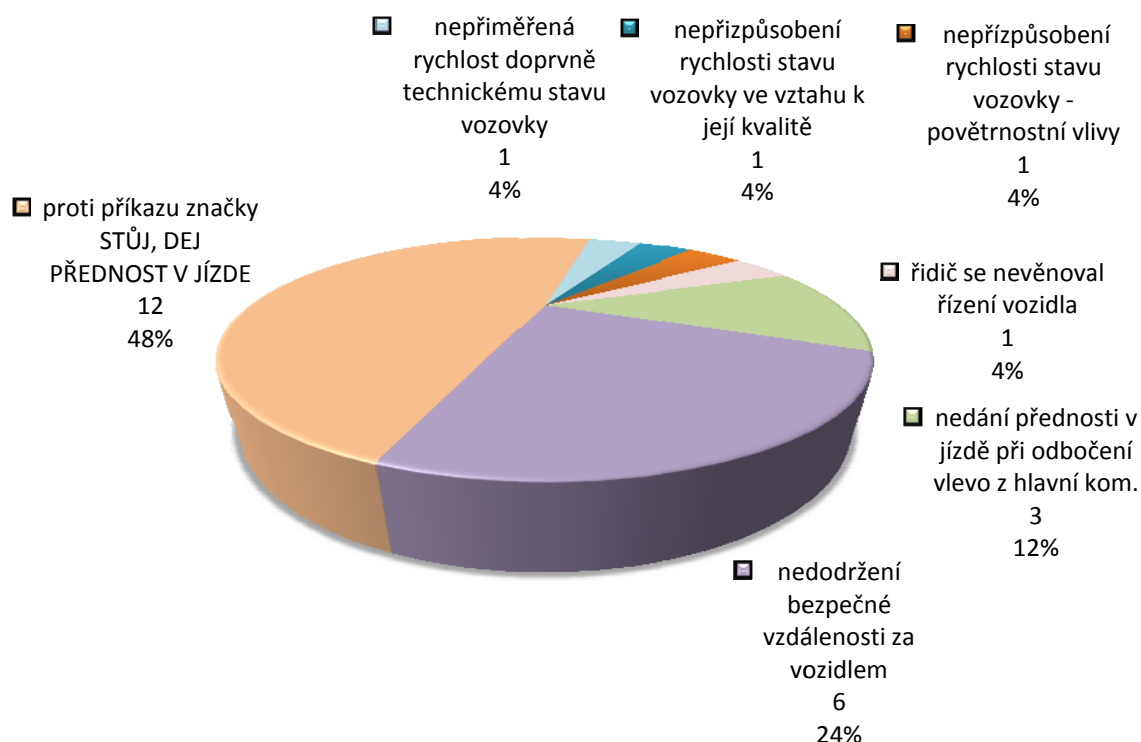
Rozbor dopravní nehodovosti řešené křižovatky byl proveden za pomoci podkladů poskytnutých Ostravskými komunikacemi a.s. [11]. Ty zahrnují výpis dopravních nehod za období 2000 – 2009. Čísla svodek od policie jsou vedena až od roku 2004. Zároveň byl pro účely práce poskytnut podrobný popis dopravních nehod za období 2005 – 2009 Dopravním inspektorátem PČR města Ostravy [12].



Obr. 3: Vývoj počtu DN v absolutních číslech

Z uvedeného grafu je patrné, že k největšímu počtu dopravních nehod (dále jen DN) došlo v roce 2002 a 2005, tj. celkem 8 DN. K nejméně nehodám došlo v roce 2003 a 2009. Celkový počet DN za posledních 9 let je 43. V průměru tedy připadá 5 DN na jeden rok, proto můžeme říci, že tato křižovatka nepatří mezi nehodové. Vzhledem k tomu, že příčiny DN znám až od roku 2004 do roku 2009, budu analýzu provádět pouze k tomuto období.

PODÍL JEDNOTLIVÝCH TYPŮ NEHOD V LETECH 2004 - 2009



Obr. 4: Typy příčin dopravních nehod

Na křižovatce ulic Těšínská x Čapkova x Lihovarská v letech 2004 – 2009 došlo celkem k 25 DN. Z obr. 4 je zřejmé, že největší počet nehodových událostí byl zapříčiněn nerespektováním dopravní značky P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“, které jsou umístěny na obou vedlejších komunikacích. Celkem 48% řidičů z celkového počtu účastníků DN tuto skutečnost nerespektovalo. „Dne 9. října 2009 v 16:30 hod. řídil v Ostravě – Radvanicích po ul. Čapkova ve směru jízdy od ul. Radvanické k ul. Těšínské neznámý řidič, který na křižovatce ul. Těšínská – ul. Lihovarská a ul. Čapkova nedal přednost oproti dopravní značce „Stůj, dej přednost v jízdě“ vozidlu s řidičem jedoucí po hlavní pozemní komunikaci ul. Těšínské ve směru jízdy do centra města Ostravy a došlo tím ke střetu a poškození obou vozidel. Neznámý řidič z místa nehody po střetu ihned ujel“ [12].

Druhou nejčastější příčinou nehodové události bylo nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem. „Dne 29. listopadu 2006 v 11:18 hod. řídil v Ostravě Radvanicích po ul. Čapkové ve směru od ul. Radvanické vpravo na ul. Těšínskou ve směru k ul. Slívové osobní vozidlo. Řidič, který při najíždění do výhledu v křižovatce plně nesledoval provoz před vozidlem, jelikož pohledem vlevo sledoval vozidla přijíždějící po hlavní pozemní komunikaci a následně zezadu narazil do před sebou stejným směrem jedoucího a na výhledu stojícího

vozidla“ [12]. Z této citace je zřejmé, že dopravní nehody způsobené nedodržením bezpečné vzdálenosti za vozidlem nejsou způsobeny pouze vlastní nepozorností řidičů, ale zároveň nezajištěním dostatečného rozhledu řidičům přijíždějících do křižovatky po ul. Čapkova na vozidla jedoucí po ul. Těšínské ve směru od Šenova. Řidič se příliš soustředí na vozidla přijíždějící po hlavní pozemní komunikaci, na která nemá dostatečný rozhled, a z tohoto důvodu není plně soustředěn na dění před ním samotným. Nedostatečný rozhled je zapříčiněn stávající výstavbou – Hostinec u Břenků.

Další nejčastější příčinou DN je nedání přednosti v jízdě při odbočení vlevo z hlavní komunikace. „Dne 12. května 2005 v 12:25 hod. řídil v Ostravě – Radvanicích po ul. Těšínské ve směru od centra k ul. Čapkové nákladní vozidlo řidič, kdy na křiž s ul. Čapkovou při odbočování vlevo na ul. Čapkovu ve směru k ul. Radvanické nedal přednost protijedoucímu os. vozidlu, které od Šenova na Ostravu řídil řidič a došlo ke střetu poškození obou vozidel“ [12].

Ostatní příčiny dopravních nehod jsou vzhledem k jejich počtu a charakteru zanedbatelné.

3.2 Závěry analýz dopravní nehodovosti

Rozborem příčin dopravních nehod bylo zjištěno, že nejvíce nehod je zapříčiněno nerespektováním svislé dopravní značky P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“. Nutno podotknout, že po důkladném pročtení popisu všech DN bylo zjištěno, že všechny DN typu nerespektování dopravní značky P6 se staly na vedlejší komunikaci ul. Čapkova. Je tedy zřejmé, že příčinnou těchto nehod je zároveň nedostatečný rozhled pro zastavení. Nehodovou situaci následovně: Řidič vozidla jedoucí po ul. Čapkova se blíží ke křižovatce, oproti dopravní značce P6 pouze zpomalí a vyhlíží vozidlo přijíždějící po hlavní komunikaci. Toto vozidlo z důvodu nedostatečného rozhledu pro zastavení vidí až ve chvíli, kdy nedokáže včas reagovat a zastavit. Následuje srážka obou vozidel.

Druhou nejčastější příčinou DN je nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Jak už jsem zmínil v kapitole 3.1, není tento typ nehod způsoben pouze vlastní nepozorností řidiče, ale zároveň se na příčině těchto nehod podílí nedostatečný rozhled pro zastavení. Řidič vozidla přijíždějící po ul. Čapkova vyhlíží vozidla přijíždějící po hlavní komunikaci ul. Těšínské, což je příčinou jeho nepozornosti.

Řešení této skutečnosti je poměrně složité. Při stávajícím napojení větve ul. Čapkovy nelze rozhled pro zastavení zajistit nikdy. Svislé dopravní značení P6 je v tomto případě zcela

správné a do určité míry tento problém řeší. Z výpisu dopravních nehod lze vyčíst, že i přesto se nejvíce DN stalo na vjezdu do křižovatky právě z ul. Čapkovy. Tento problém, včetně dalších příčin nehod, lze řešit buďto řízením provozu světelně signalizačním zařízením (dále jen SSZ), nebo zavedením okružní křižovatky.

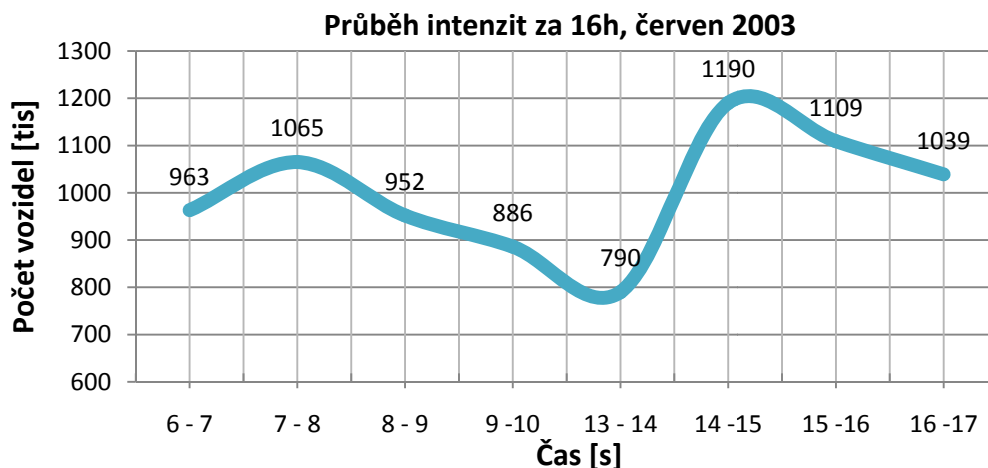
3.3 Intenzity dopravy

Průzkum intenzit dopravy byl proveden na základě podkladů poskytnutých Ostravskými komunikacemi a.s. [11] a vlastním kontrolním sčítáním ze dne 10.11.2009 příloha č. 2. D. Součástí podkladů byly výsledky sčítání špičkové hodiny z června 2003 příloha 2. A, kartogram 16 - ti hodinových intenzit z června 2003 příloha 2. B a zátěžový diagram 16 - ti hodinových intenzit z roku 2008.

3.3.1 Sčítání intenzit provedené Ostravskými komunikacemi a.s.

Poslední ruční celodenní sčítání intenzit dopravy bylo na uvedené křižovatce provedeno v červnu 2003. Pro získání údajů o intenzitách v roce 2008 byly tyto intenzity Ostravskými komunikacemi a.s. [11] navýšeny o příslušné přepočtové koeficienty. Dle údajů zátěžového diagramu z roku 2008 je intenzita za 16 hodin na ul. Těšínské ve směru do centra Ostravy 6 566 a ve směru od Šenova 6 935. Na ul. Čapkova byla zjištěna intenzita dopravy ve vozidlech za 16 hodin 2557, na ul. Lihovarská 1570.

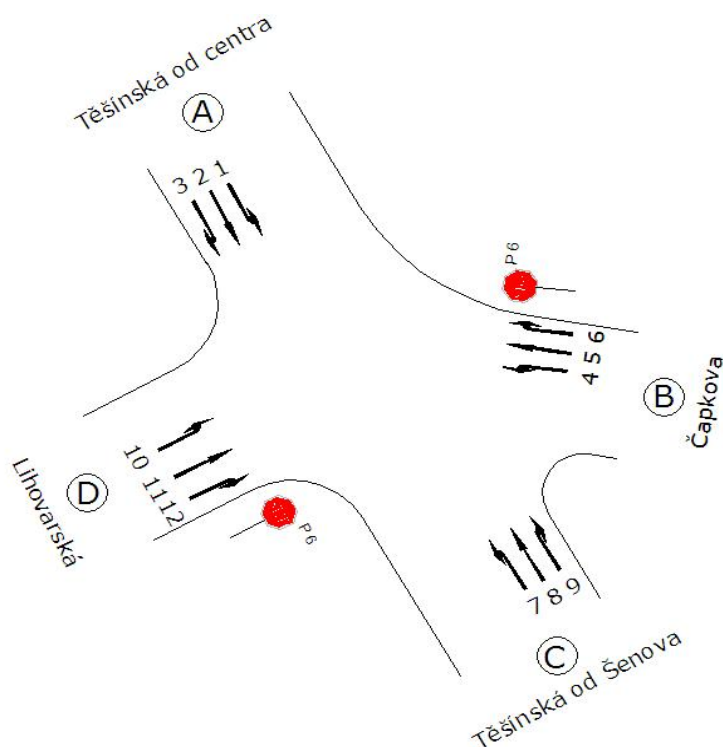
Průměrný roční nárůst intenzit se v Ostravě pohybuje okolo 3-5%. Porovnáme-li údaje o intenzitách z roku 2003 a zátěžového diagramu z roku 2008 tak zjistíme, že na ul. Těšínské ve směru k Šenovu došlo ke zvýšení intenzit o 28% (přepočtový koeficient 1,28), ve směru do centra Ostravy o 25% (1,25). Na ulici Čapkova se intenzita od roku 2003 zvýšila o 35% (1,35) a na ulici Lihovarská o 25% (1,25).



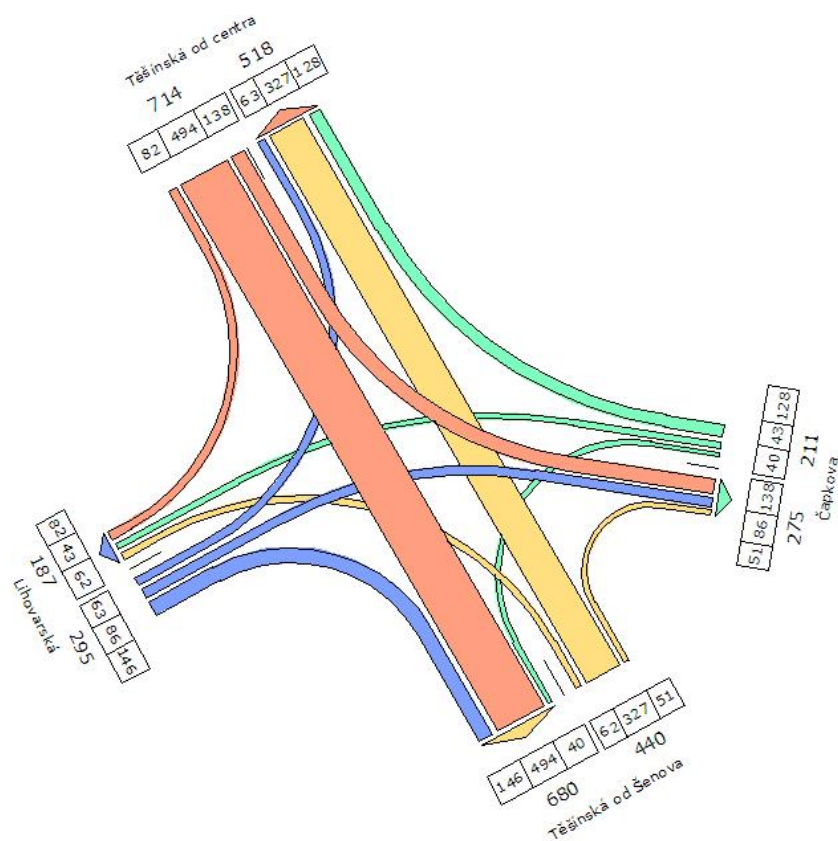
Obr. 3: Průběh 16 - ti hodinové intenzity, červen 2003

3.3.2 Vlastní průzkum intenzit dopravy

Dne 13.11.2009 bylo na křižovatce provedeno kontrolní sčítání špičkové hodiny. Sčítání probíhalo v čase 14:00 – 15:00. Podrobné vyhodnocení sčítání je součástí přílohy 2. D. Tato hodina byla stanovena jako špičková na základě sčítání poskytnutého Ostravskými komunikacemi a.s. V níže uvedeném kartogramu jsou znázorněny výsledky tohoto sčítání ze dne 13.11.2009 viz. Obr. 5. Pro porovnání intenzit následuje Obr. 6: Kartogram špičkové hodiny z června 2003.

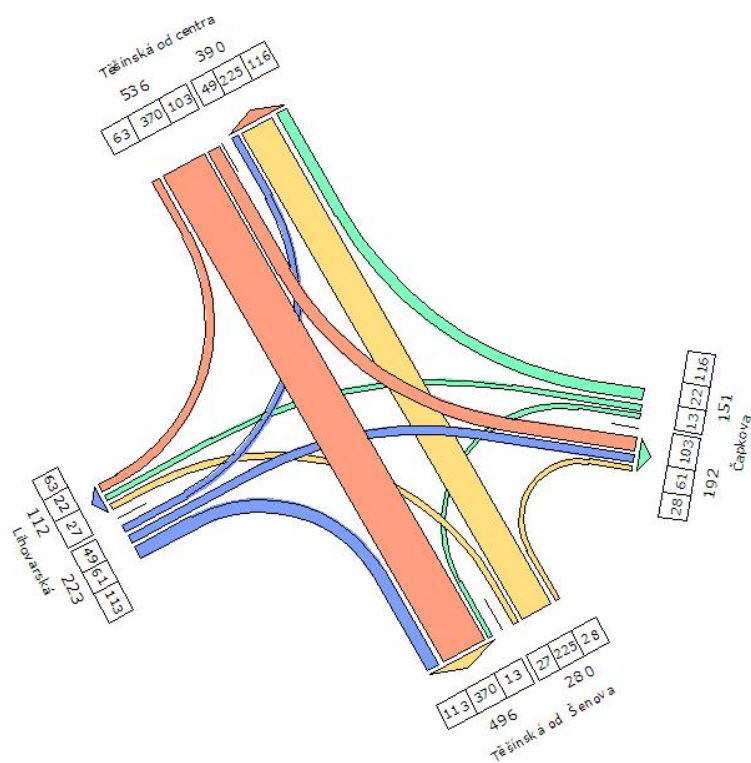


Obr. 4: Schéma značení ramen křižovatky a číslování dopravních proudů



Obr. 5: Kartogram špičkové hodiny 14:00 – 15:00, 13.11.2009

$\Sigma = 1660 \text{ voz/h}$



Obr. 6: Kartogram špičkové hodiny, červen 2003

$\Sigma = 1190 \text{ voz/h}$

3.3.3 Zhodnocení průběhu intenzit dopravy

Tab. 1: Porovnání intenzit špičkových hodin

ROK	NA VJEZDU				NA VÝJEZDU			
	A	B	C	D	A	B	C	D
2003	536	151	280	223	390	192	496	112
2009	714	211	440	295	518	275	680	187
Přírůstek (voz/h)	178	60	160	72	128	83	184	75
Přírůstek (%)	25	28	36	24	25	30	27	40

Z tab. 1 je zřejmé, že váha zatížení jednotlivých ramen křižovatky se v průběhu sledovaného období nezměnila. Nejvíce vozidel na vjezdu je ze silnice II/479 ul. Těšínská od centra a druhým nejvytíženějším vjezdem je ul. Těšínská od Šenova. Následuje MK ulice Lihovarská a silnice III/4725 ul. Čapkova. Celkový počet vozidel na vjezdu do křižovatky ve špičkovou hodinu v roce 2003 byl 1190 voz/h. V roce 2009 byl tento počet již 1660 voz/h tj. o 28 % více.

3.4 Porovnání dopravní nehodovosti vzhledem k vývoji intenzity dopravy

Protože skutečné intenzity dopravy jsou známy pouze v roce 2003 a 2009, mohu metodou lineární extrapolace zjistit přibližný nárůst dopravy v tomto období. Předpokládejme lineární vzestup intenzity dopravy mezi těmito roky. Intenzita v roce 2003 byla 1190 [voz/h] ve špičkovou hodinu. Pomocí TP 189 [6] zjistíme denní intenzitu ze vzorce:

$$I_d = I_m * \left(\frac{100\%}{\sum p_i^d} \right) \text{ [voz/den]} \quad (1)$$

I_m intenzita dopravy v době průzkumu [voz/den]

$\sum p_i^d$ součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě [%]

$$I_d = 1190 * \left(\frac{100}{7,30} \right) = 16\,300 \text{ voz/den}$$

V roce 2009 byla intenzita špičkové hodiny 1660 vozidel:

$$I_d = 1660 * \left(\frac{100}{7,30} \right) = 22\,740 \text{ voz/den}$$

Očekávám, že intenzita se bude zvyšovat lineárně podle rovnice přímky:

$$y = a + b * x \quad (2)$$

kde **a** a **b** jsou koeficienty rovnice přímky:

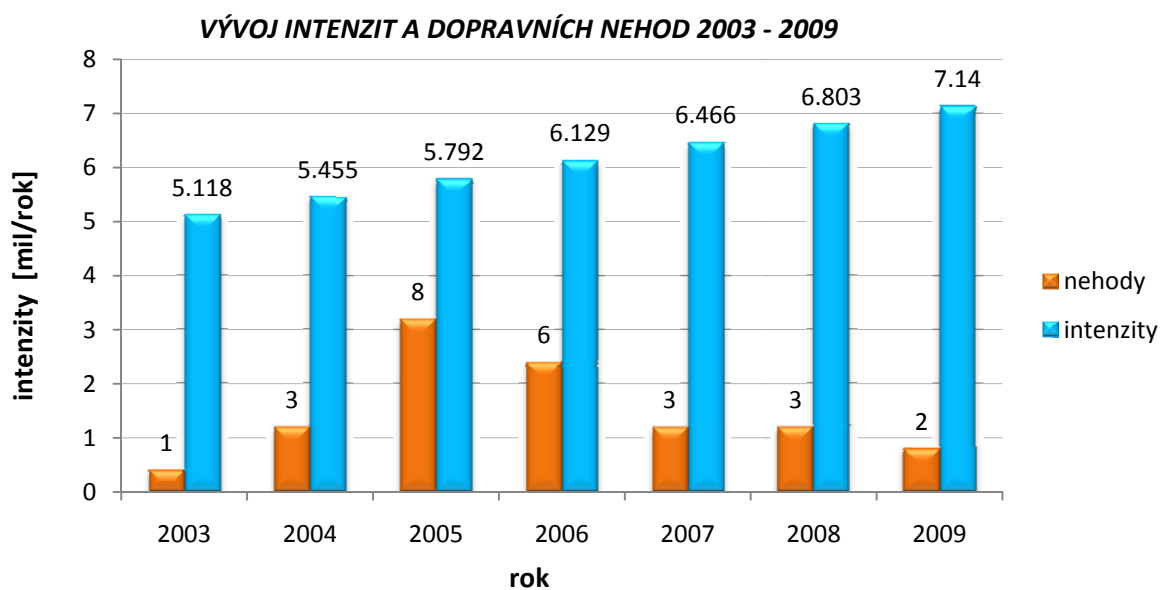
$$b = \frac{n * \sum x_i * y_i - \sum x_i * \sum y_i}{n * \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = 1073,33 \quad (3)$$

$$a = \frac{1}{n} * (\sum y_i - b * \sum x_i) = 16300 \quad (4)$$

Tab. 2: Předpokládané intenzity mezi lety 2003-2009

Rok	Počet vozidel (tis/ 24h)	Substituovaný rok, / i-2003	Pomocné hodnoty	
i	y	x	x ²	x * y
2003	16300	0	0	0.000
2009	22740	6	36	136440
SUMA	39040	6	36	136440
2004	17373	1		
2005	18447	2		
2006	19520	3		
2007	20593	4		
2008	21667	5		

Pro zjištění ročních intenzit vynásobíme denní intenzitu číslem 314 [14]. V níže uvedeném grafu, pak můžeme vidět porovnání dopravní nehodovosti vzhledem k vývoji intenzit dopravy.



Obr. 7: Porovnání počtu dopravních nehod s vývojem intenzit

Na obr. 7 můžeme vidět, že nárůst dopravních nehod není úměrný zvyšující se intenzitě dopravy, jak by se dalo očekávat. Z grafu můžeme usoudit, že nehody, ke kterým zde dochází, se neodvíjí od vzrůstající intenzity.

3.5 Posouzení kapacity stávající křižovatky

3.5.1 Výpočet kapacity

Pro kapacitní výpočet dané křižovatky byl použit TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek [4]. Vstupními hodnotami jsou intenzity špičkové hodiny naměřené 13.11.2009. Pro účely kapacitního výpočtu je nutné zohlednit skladbu dopravních proudů, proto byly jednotlivé druhy vozidel vynásobeny koeficienty podle tab. 6.

Tab. 3: Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla	Nákladní vozidla, autobusy	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0

- **Stupeň podřazenosti dopravních proudů**

Schematické znázornění značení dopravních proudů je na obr. 4

Tab. 4: Stupně podřazenosti a intenzita dopravních proudů

Stupeň	Charakteristika	Dopravní proud	Intenzita proudu [voz/h]
1. stupeň	nadřazenost	2	503
		3	88
		8	343
		9	56
2. stupeň	jednoduchá podřazenost proudů 1. a 2. stupně	1	143
		6	135
		7	64
		12	152
3. stupeň	dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně	5	48
		11	91
4. stupeň	trojnásobná podřazenost proudům 1., 2. a 3. stupně	4	41
		10	69

- Rozhodující intenzity nadřazených proudů**

Tab. 5: Součet intenzit nadřazených proudů na průsečné křižovatce

Podřazený proud	Číslo	Součet intenzit nadřazených proudů [voz/h]
Levé odbočení z hlavní	1	$I_8 + I_9 = 399$
	7	$I_2 + I_3 = 591$
Pravé odbočení z vedlejší	6	$I_2 + 0,5 * I_3 = 547$
	12	$I_8 + 0,5 * I_9 = 371$
Přímý průjezd z vedlejší	5	$I_2 + 0,5 * I_3 + I_8 + I_9 + I_1 + I_7 = 1153$
	11	$I_8 + 0,5 * I_9 + I_2 + I_3 + I_1 + I_7 = 1169$
Levé odbočení z vedlejší	4	$I_2 + 0,5 * I_3 + I_8 + 0,5 * I_9 + I_1 + I_7 + I_{12} + I_{11} = 1368$
	10	$I_8 + 0,5 * I_9 + I_2 + 0,5 * I_3 + I_1 + I_7 + I_6 + I_5 = 1308$

- Hodnoty kritických odstupů**

Pro určení velikosti kritické mezery, bylo nutno určit rychlost jízdy $v_{85\%}$ na hlavní pozemní komunikaci. Tato rychlost byla stanovena orientačně na vzorku 30 automobilů, kdy byl měřen čas průjezdu vozidla křižovatkou na známé vzdálenosti. Rychlost každého vozidla byla zjištěna podílem dráhy a času. Na základě zjištěných rychlostí bylo určeno $v_{85\%} = 52 \text{ km/h}$.

Tab. 6: Střední hodnoty kritických časových odstupů

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	Funkce t_g v závislosti na rychlosti jízdy na hlavní komunikaci $v_{85\%}$ [km/h] - v [s]
Levé odbočení z hlavní	7/11	$t_g = 3,4 + 0,021 * v_{85\%} = 4,49$
Pravé odbočení z vedlejší	6/12	$t_g = 2,8 + 0,038 * v_{85\%} = 4,78$
Přímý průjezd z vedlejší	5/11	$t_g = 4,4 + 0,036 * v_{85\%} = 6,27$
Levé odbočení z vedlejší	4/10	$t_g = 5,2 + 0,022 * v_{85\%} = 6,34$

- Hodnoty následných odstupů**

Střední hodnoty následného a časového odstupu jsou stanoveny v rozlišení podle:

- druhu dopravního proudu
- úpravy přednosti v jízdě

Tab. 7: Návrh středních hodnot následného časového odstupu t_f

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	t_f [s]	
		P4	P6
Levé odbočení z hlavní	7/1	2,6	
Pravé odbočení z vedlejší	6/12	3,1	3,7
Přímý průjezd z vedlejší	5/11	3,3	3,9
Levé odbočení z vedlejší	4/10	3,5	4,1

Legenda: P4 – přednost upravena dopravní značkou č. P4 „Dej přednost v jízdě“

P6 – přednost upravena dopravní značkou č. P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“

Pozn.: Na vedlejších komunikacích ulice Čapkova a Lihovarská jsou umístěny dopravní značky č. P6

• Základní kapacita dopravních proudů

Kapacita 1. stupně: Kapacita dopravního proudu 1. stupně se rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů. Všeobecně se udává 1800 pvoz/h.

Kapacita 2. stupně: Pro kapacitu 2. Stupně platí rovnost se základní kapacitou $C_n = G_n$

Vztah pro stanovení základní kapacity:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} * e^{-\frac{I_H}{3600} * (t_g - \frac{t_f}{2})} \text{ [pvoz/h]} \quad (5)$$

$$C_7 = G_7 = \frac{3600}{2,6} * e^{-\frac{591}{3600} * (4,49 - \frac{2,6}{2})} = 820 \text{ pvoz/h}$$

$$C_1 = G_1 = \frac{3600}{2,6} * e^{-\frac{399}{3600} * (4,49 - \frac{2,6}{2})} = 972 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = \frac{3600}{3,7} * e^{-\frac{547}{3600} * (4,78 - \frac{3,7}{2})} = 623 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{12} = G_{12} = \frac{3600}{3,7} * e^{-\frac{371}{3600} * (4,78 - \frac{3,7}{2})} = 719 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita 3. stupně: Je vždy nižší než základní kapacita vlivem ovlivněných nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost vzniku fronty vozidel. Pro 3. Stupeň podřazenosti se zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí proudů 2. stupně.

Vztah pro výpočet kapacity jízdního proudu 5 a 11:

$$C_5 = p_x * G_5 \text{ [pvoz/h]} \quad (6)$$

$$C_{11} = p_x * G_{11} \text{ [pvoz/h]} \quad (7)$$

Vztah pro výpočet pravděpodobnosti současného nevzdutí proudu 1 a 7:

$$p_x = p_{0,1} * p_{0,7} \quad (8)$$

Vztah pro výpočet pravděpodobnosti nevzdutí stavu nadřazených proudů $p_{0,n}$:

$$p_{0,n} = \max \left\{ 1 - a_v = 1 - \frac{I_n}{C_n} \right\} \quad (9)$$

$$p_{0,1} = 1 - \frac{143}{972} = 0,85$$

$$p_{0,7} = 1 - \frac{64}{820} = 0,92$$

$$p_x = 0,85 * 0,92 = 0,78$$

$$G_5 = \frac{3600}{3,9} * e^{-\frac{1153}{3600} * \left(6,27 - \frac{3,9}{2} \right)} = 231 \text{ pvoz/h}$$

$$G_{11} = \frac{3600}{3,9} * e^{-\frac{1169}{3600} * \left(6,27 - \frac{3,9}{2} \right)} = 227 \text{ pvoz/h}$$

$$C_5 = 0,78 * 231 = 180 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{11} = 0,78 * 227 = 177 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita 4. stupně: Pro 4. stupeň podřazenosti tj. proudy odbočující vlevo z vedlejší komunikace se musí zohlednit pravděpodobnost, že se současně nevytvoří kolony v dopravních proudech druhého (1,7 a 6, 12) a třetího stupně (5, 11).

Vztah pro výpočet kapacity jízdního proudu 4 a 10:

$$C_4 = p_{z,11} * p_{0,12} * G_4 \text{ [pvoz/h]} \quad (10)$$

$$C_{10} = p_{z,5} * p_{0,6} * G_{10} \text{ [pvoz/h]} \quad (11)$$

Vztah pro výpočet současného nevzdutí proudů 1,7,5 nebo 1,7,1:

$$p_{z,n} = \frac{1}{1 + \frac{1-p_x}{p_x} + \frac{1-p_{0,n}}{p_{0,n}}} \quad (12)$$

$$p_{0,6} = 1 - \frac{135}{623} = 0,78$$

$$p_{0,12} = 1 - \frac{154}{719} = 0,79$$

$$p_{0,5} = 1 - \frac{48}{180} = 0,73$$

$$p_{0,11} = 1 - \frac{91}{177} = 0,49$$

$$p_{z,5} = \frac{1}{1 + \frac{1-0,78}{0,78} + \frac{1-0,73}{0,73}} = 0,61$$

$$p_{z,11} = \frac{1}{1 + \frac{1-0,78}{0,78} + \frac{1-0,49}{0,49}} = 0,43$$

$$G_4 = \frac{3600}{4,1} * e^{-\frac{1368}{3600} * (6,34 - \frac{4,1}{2})} = 172 \text{ pvoz/h}$$

$$G_{10} = \frac{3600}{4,1} * e^{-\frac{1308}{3600} * (6,34 - \frac{4,1}{2})} = 185 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = 0,43 * 0,79 * 172 = 59 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{10} = 0,61 * 0,78 * 185 = 88 \text{ pvoz/h}$$

- **Stanovení střední doby zdržení**

Před stanovením hodnoty střední doby zdržení t_w je nutné ze znalosti návrhové intenzity dopravních proudů a vypočtené kapacity pruhu stanovit rezervu kapacity Rez podle vztahu:

$$Rez = C_n - I_n \text{ [pvoz/h]} \quad (13)$$

Střední doba zdržení závisí na rezervě kapacity jízdního pruhu příslušného proudu. Výpočet střední doby zdržení t_w je poměrně dlouhý, proto zde pro zjednodušení uvádím pouze výsledky. Pro výpočet t_w byl použit jednoduchý program vytvořený v Microsoft Excel.

Tab. 8: Posouzení úrovně kvality dopravy

Stupeň	Dopravní proud	Kapacita pruhu [pvoz/h]	Intenzita proudu I_n [pvoz/h]	Rezerva kapacity Rez [pvoz/h]	Střední doba zdržení t_w [s]	Úroveň kvality dopravy
1. stupeň	2	1800	503	1297	0	A
	3	1800	88	1712	0	A
	8	1800	343	1457	0	A
	9	1800	56	1744	0	A
2. stupeň	1	972	143	829	4	A
	6	623	135	488	7	A
	7	820	64	756	6	A
	12	719	152	567	5	A
3. stupeň	5	180	48	132	27	C
	11	177	91	86	41	D
4. stupeň	4	59	41	18	166	E
	10	88	69	19	146	E

Stupně úrovně kvality dopravy lze charakterizovat následujícím způsobem:

Stupeň A: Doba zdržení je velmi malá.

Stupeň C: Doba zdržení je citelná. Vznikají ojedinělé krátké fronty.

Stupeň D: Fronta vozidel vyvolává výrazné časové ztráty. Dopravní situaci můžeme stále považovat za stabilní.

Stupeň E: Tvoří se fronta, která se při existujícím zatížení již nesnižuje. Stav je nestabilní.

3.5.2 Závěry posouzení kapacity křižovatky

Křižovatka v období špičky již v současné době kapacitně nevyhovuje. Požadavky na ÚKD nejsou splněny na levém odbočení z vedlejší komunikace. Střední doba zdržení je 166 a 146 s. Na hlavní komunikaci jsou požadavky na ÚKD splněny. Hodnoty střední doby zdržení jsou kratší než 10 sekund.

3.6 Závěr analýz křižovatky

Vyhodnocením současného stavu křižovatky byly zjištěny nedostatky, které nepříznivě ovlivňují plynulost a bezpečnost provozu.

Analýzou dopravní nehodovosti bylo zjištěno, že nejčastější příčinou dopravních nehod bylo nerespektování dopravní značky P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“ a nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Tyto nehody jsou s největší pravděpodobností způsobeny špatnými rozhledovými poměry na ul. Čapkova.

Zhodnocením průběhu intenzit dopravy byl prokázán její nárůst. Při celodenním sčítání dopravy na této křižovatce byla v červnu r. 2003 intenzita špičkové hodiny 1190 voz/hod. Při kontrolní sčítání provedené 13.11.2009 byla zjištěna intenzita 1660 voz/hod. Počet vozidel na vjezdu do křižovatky posledních 6 letech vzrostl o 28 %.

Srovnání vývoje nehodovosti vzhledem k vývoji intenzit dopravy neprokázalo její přímou úměru. Zatímco vývoj intenzit má vzrůstající charakter, dopravní nehodovost naopak klesá. Z toho lze usoudit, že nejčastěji vznikající druhy nehod nejsou závislé na zvyšující se intenzitě.

Posouzením kapacity křižovatky byla zjištěna nevyhovující úroveň kvality dopravy na obou vedlejších komunikacích. ÚKD není splněna na levém odbočení. Na hlavní komunikaci jsou požadavky na ÚKD splněny.

4 Prognóza

4.1 Analýza vlivu spojených s demografickým rozvojem oblasti

Podle zjištěných informací z úřadu městského obvodu Radvanice a Bartovice, Odbor výstavby [10], se v dané lokalitě a v rozhodujících částech Ostravy na tomto tahu neplánuje žádná stavba většího významu, která by měla v nadcházejících letech za následek zvýšení objemů dopravy na této křižovatce.

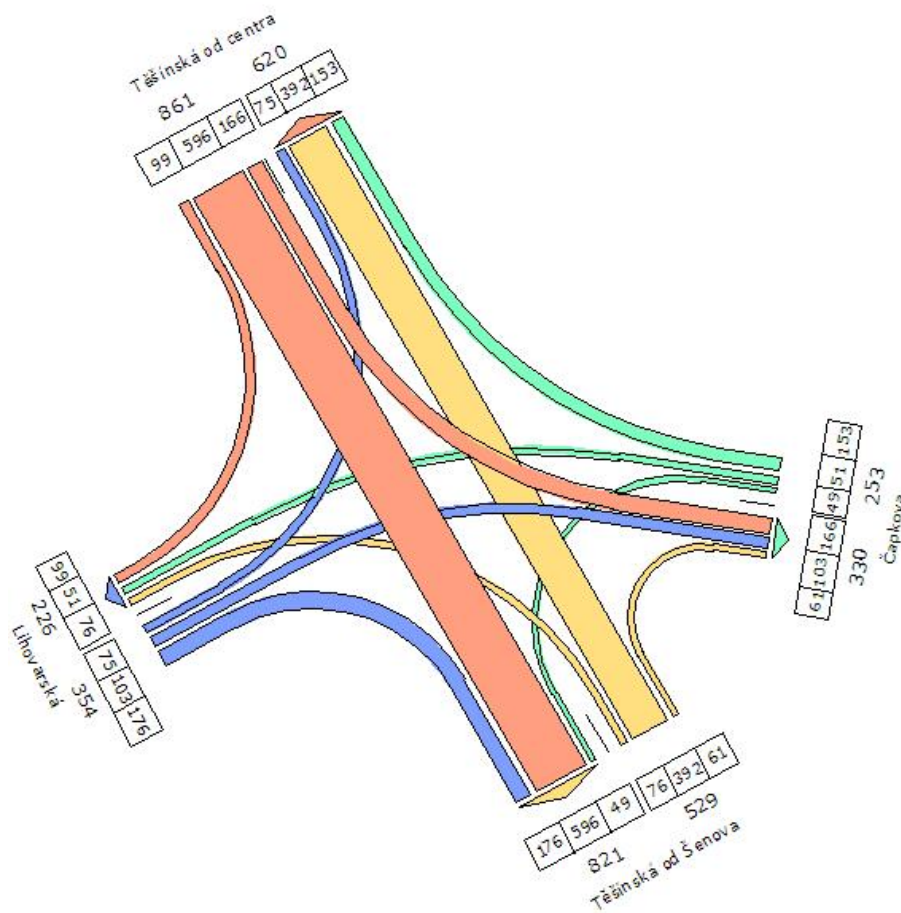
4.2 Výpočet výhledových intenzit dopravy

Cílem prognózy je stanovení výhledových intenzit dopravy. Výpočet je proveden metodou jednotného součinitele růstu, která je založena na přepočtu současných intenzit výhledovými koeficienty. Ty byly odečteny z tabulky výhledu růstu počtu vozidel, průběhů a dopravních výkonů 2005 – 2040 zveřejněné ŘSD příloha 3. Koeficienty dopravního proudu pro cílový rok 2030 byly získány interpolací hodnot z výše zmíněné tabulky. Podíl motocyklové dopravy byl zanedbán z důvodu minimálního zastoupení na skladbě dopravního proudu.

Tab. 9: Výhledové koeficienty pro cílový rok 2030

Druh vozidla	Výhledový koeficient	Skladba dopravního proudu (%)
Osobní	1,21	83,3
Těžká	1,04	16,7

Na obr. 8 je výhledový kartogram špičkové hodiny pro rok 2030. Vstupními hodnotami jsou intenzity špičkové hodiny roku 2009 příloha 2. D, přepočtené výhledovými koeficienty podle tab. 9. Pro potřeby výpočtu byl do těžkých vozidel zahrnut autobus i lehké nákladní vozidlo.



Obr. 8: Kartogram špičkové hodiny roku 2030

$$\Sigma = 1997 \text{ voz/h}$$

$$I_d = I_m * k_{m,d} = 1997 * \left(\frac{100}{7,30} \right) = 27\,356 \text{ voz/den}$$

5.2 Závěr prognózy

Každým pátým rokem se na území celého státu provádí celostátní sčítání dopravy, a tím jsou k dispozici časové řady o vývoji intenzit. Tyto vývoje je možno analyzovat a získat tak přehled o růstu intenzit podle druhu vozidel [1]. Tímto způsobem byly odvozeny výhledové koeficienty. Pomocí těchto koeficientů byla v roce 2030 zjištěna intenzita 27 356 voz/den.

6 Návrh stavebních úprav křižovatky

Možná řešení lze rozdělit do dvou variant. Jednak je to instalace SSZ a nebo výstavba okružní křižovatky. Možnost ponechání křižovatky ve stávajícím uspořádání již nyní nevyhovuje z hlediska bezpečnostního, a zároveň z hlediska kapacitního, a to na levém odbočení z obou vedlejších komunikací.

6.1 Návrhové vstupní údaje

Současné intenzity křižovatky se pohybují na hranici neřízené průsečné křižovatky. Objemy dopravy v příštích dvaceti letech budou odpovídat okružní křižovatce, nebo křižovatce řízené světelnou signalizací. Pro základní orientaci lze použít tab. 10, která předpokládá přibližné kapacitní meze základních typů křižovatek.

Tab. 10: Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek

Typ křižovatky	Maximální hodinová kapacita [voz/h]	Maximální celodenní kapacita [voz/den]
Neřízená křižovatka	1 500 – 2 000	18 000 – 24 000
Okružní křižovatka s jedním pruhem na okružním pásu a jedním pruhem na vjezdu	2 000 – 2 500	25 000 – 30 000
Okružní křižovatka se dvěma pruhy na okružním pásu a dvěma pruhy na vjezdu	2 500 – 3 500	30 000 – 40 000
Světelně řízená křižovatka	3 000 – 6 400	36 000 – 77 000

6.2 Varianta 1 – Křižovatka řízená SSZ

Tato varianta se zabývá možností ponechání křižovatky ve stávajícím průsečném uspořádání a zřízením SSZ.

6.2.1 Posouzení z hlediska umístění SSZ

Světelné signalizační zařízení jsou zřizovány ke zvýšení bezpečnosti nebo plynulosti silničního provozu. Protože zájmy jednotlivých účastníků silničního provozu jsou protichůdné, nelze všem požadavkům jednotlivých účastníků vyhovět současně. Účelnost řízení křižovatky světelnou signalizací je třeba prokázat splnění alespoň jednoho z následujících kritérií:

- **kritérium bezpečnosti provozu**
 - **kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel**
 - **kritérium intenzity provozu z hlediska chodců**
 - **kritérium plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy (MHD)**
- **Kritérium bezpečnosti provozu**
- SSZ se z hlediska bezpečnosti provozu uplatní tehdy, pokud v uplynulých 3 letech, činila průměrná relativní nehodovost minimálně 4 nehody na 1 milion vozidel vjíždějících do křižovatky, a kde bylo analýzou nehodovosti prokázáno, že tyto nehody nelze odstranit jinak než zřízením SSZ [3].

Počet evidovaných dopravních nehod:

2007.....3

2008.....3

2009.....2

průměrná relativní nehodovost	kritérium bezpečnosti provozu	účelnost řízení ano/ne
1/1 milion voz.	4/1 milion voz.	ne

Z hlediska bezpečnosti provozu je účelné zřizovat SSZ na místech vhodných zvláštního zřetele (např. přechody dětí přes frekventované komunikace u škol). Tato skutečnost není splněna.

- **Kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel**

Minimální intenzita dopravy v průměru 8 dopravně nejvíce zatížených hodin normálního pracovního dne, musí dosahovat na hlavní a vedlejší komunikaci hodnot vyšších, než jsou přípustné intenzity neřízených křižovatek [3].

minimální intenzita dopravy	kritérium intenzity vozidel	účelnost řízení ano/ne
UKD na stupni E	UKD na stupni F	ne

Kapacitní posouzení bylo provedeno pro špičkovou hodinu, minimální intenzita dopravy v průměru 8 dopravně nejvíce zatížených hodin by byla nižší. Ukazatel kvality dopravy (UKD) je nejhorší pro odbočení vlevo z ul. Čapkovy (stupeň E) a pro odbočení vlevo z ul. Lihovarské (stupeň E).

- **Kritérium intenzit provozu z hlediska chodců**

Instalace SSZ z hlediska chodců je účelná tehdy, dosahují-li intenzity dopravy v průměru 8 dopravně nejvíce zatížených hodin vyšších hodnot, než jsou mezní hodnoty intenzit dopravy, při kterých mohou chodci bezpečně přejít v mezerách mezi vozidly [1].

intenzita dopravy na přechodu	kritérium intenzity chodců (dělený přechod)	účelnost řízení ano/ne
1120 voz/hod (v obou směrech)	1 700 voz/hod	ne

Posouzena je špičková hodina, průměr 8 dopravně nejvíce zatížených hodin by byl nižší. Dnes je přechod přes ul. Těšínskou odsunut od této křižovatky, nasvětlen a má vytvořen střední ostrůvek ze City bloků. Chodec má proto možnost vyčkat a poté přejít jen jeden pruh.

- **Kritérium plynulosti jízdy vozidel MHD**

Za důvod k vybudování SSZ pro zajištění plynulosti jízdy vozidel MHD lze považovat zdržení nejméně každého druhého vozu na dobu delší než dvě minuty ve třech nejzatíženějších hodinách dne [3].

plynulost a upřednostnění MHD	kritérium plynulosti jízdy	účelnost řízení ano/ne
146 s	>120 s	ano

Střední doba zdržení je uvažována 146 s pro odbočení vlevo z ul. Lihovarská. Střední doba zdržení 166 s z ul. Čapkova se neuplatní, protože na levém odbočení nejsou zjištěna žádná vozidla MHD.

Zda je účelné řídit křižovatku SSZ, bylo třeba prokázat splněním alespoň jednoho z výše uvedených kritérií. Jediným kritériem, které bylo splněno, je požadavek na plynulost jízdy vozidel MHD. Vhodnost řízení křižovatku SSZ je tudíž opodstatněno, a proto mohu přistoupit k vlastnímu návrhu světelně řízené křižovatky.

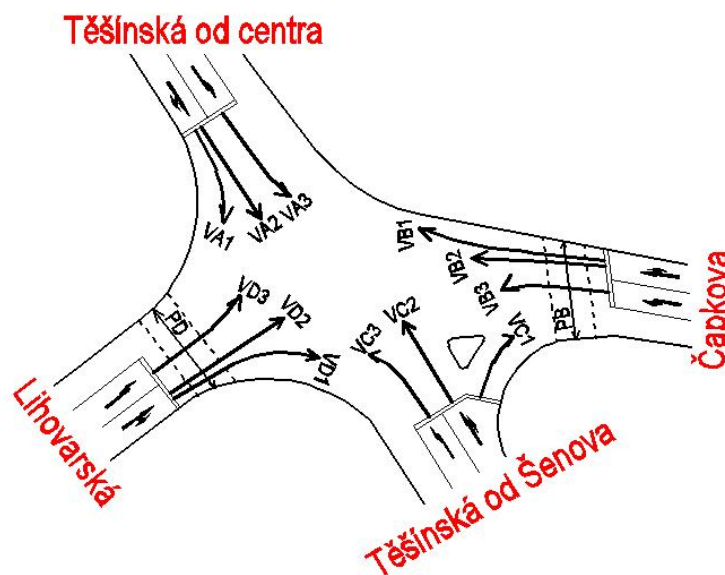
6.2.2 Návrh světelně řízené křižovatky

Při návrhu světelně signalizačního zařízení jsem vycházel z technických podmínek TP 81 „Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích.“ [3].

Před vlastním návrhem SSZ bylo nutné provést návrh stavebních úprav silnice III/4725 ul. Čapkovy, které spočívaly ve vložení pruhu pro odbočení vlevo. Dále byl v křižovatce navržen trojúhelníkový směrovací ostrůvek na místě současného trojúhelníkového vodorovného dopravního značení. Tento ostrůvek bude zároveň sloužit k umístění SSZ. Další rekonstrukce stávající křižovatky spočívá pouze v úpravě vodorovného dopravního značení, na silnici II/479 ul. Těšínská směr od centra, ve zkrácení vyložení stopčáry a ve směru od Šenova, zřízením stopčáry pro odbočení vpravo. Vlečnými křivkami bylo zjištěno, že nákladní souprava dl. 16,50 m při odbočení vlevo, z Čapkovy ulice do Těšínské, zasahuje do pruhu pro odbočení vlevo z ulice Těšínské do Lihovarské. Z tohoto důvodu bude stopčára levého odbočení ul. Těšínské odsunuta o 4,0 m vzad, příloha 5. A.

6.2.3 Návrh signálního plánu

Signální plán je navržen metodou saturovaného toku (Websterova metoda), jejímž principem je stanovení délky cyklu a signálu volno v závislosti na stupni saturace vjezdů v jednotlivých fázích [3].



Obr. 9: Schéma značení dopravních proudů a přechodů

• Výpočet mezičasů

Pro výpočet mezičasů nutné znát délky drah najíždějícího a vyklizujícího vozidla od stopčáry po začátek resp. konec kolizní plochy. Do situace křižovatky jsem proto vykreslil všechny dráhy pohybu vozidel a chodců. Délky vyklizovací dráhy L_v a najížděcí dráhy L_n jsem následně odměřil v programu AutoCad. Výpočet mezičasů je zpracován do přehledné tabulky mezičasů příloha 4. A.

Pro stanovení mezičasu platí:

$$t_m = t_v - t_n + t_b \text{ [s]} \quad (14)$$

kde t_v je vyklizovací doba:

$$t_v = \frac{L_n + l_{voz}}{V_v} \text{ [s]} \quad (15)$$

t_n najížděcí doba:

$$t_n = \frac{L_n}{V_n} \text{ [s]} \quad (16)$$

a t_b je bezpečnostní doba. Bezpečnostní doba je pro motorová vozidla 2 s a pro chodce 0 s.

Délka vyklizujícího vozidla l_{voz} je podle TP 81 rovna 5,0 m. Vyklizovací a najížděcí rychlost je pro:

- motorové vozidlo jedoucí v přímém směru $9,7 \text{ [m.s}^{-1}\text{]}$
- motorové vozidlo jedoucí obloukem $7,0 \text{ [m.s}^{-1}\text{]}$
- chodci $1,4 \text{ [m.s}^{-1}\text{]}$

Tab. 11: Tabulka mezičasů všech vozových proudů

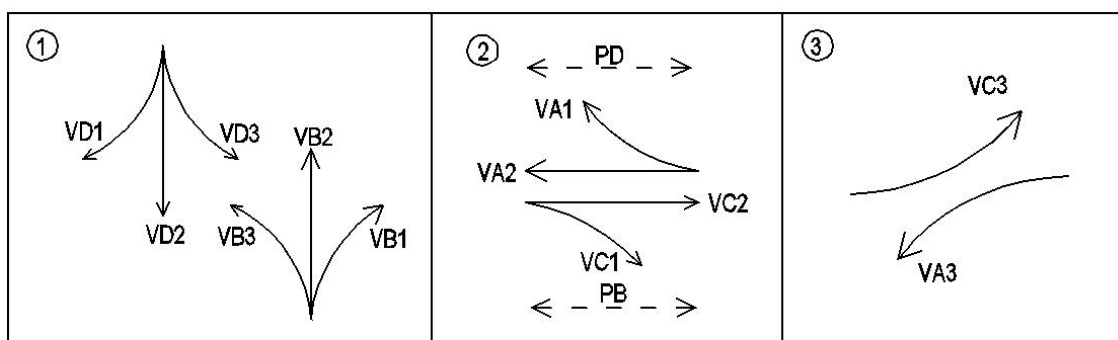
		najíždí													
vyklizuje		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3	PB	PD
	VA1	X				2				2					6
	VA2		X			1	3			2	4	4	2		
	VA3			X		2	7	8	5			6	2	10	
	VB1				X				6				5	3	
	VB2	5	5	3		X			4	4			3	3	8
	VB3		5	0			X		6	7	4	3		3	
	VC1			-3				X				0		5	
	VC2			2	1	2	1		X			1	3		
	VC3	5	4			3	0			X		3	5		9
	VD1		4				3				X				3
	VD2		2	2			3	6	4	4		X		8	3
	VD3		5	6	2	2			4	2			X		3
	PB			3	11	9	9	8				4		X	
	PD	8				5				5	10	10	10		X

K návrhu SSZ potřebuji znát intenzity vozidel na vjezdu do křižovatky. Jako směrodatné hodnoty jsem použil intenzity zjištěné vlastním průzkumem dopravy.

Tab. 12: Intenzity vjezdů

vjezd	směr	vozidlo	sčítání	koeficient	j.v.	j.v. zaokr.	suma
A	vpravo	osobní	73	1	73	73	88
		nákladní	9	1.7	15.3	15	
	přímě	osobní	478	1	478	478	504
		nákladní	15	1.7	25.5	26	
	vlevo	osobní	128	1	128	128	145
		nákladní	10	1.7	17	17	
B	vpravo	osobní	115	1	115	115	127
		nákladní	7	1.7	11.9	12	
	přímě	osobní	33	1	33	33	50
		nákladní	10	1.7	17	17	
	vlevo	osobní	39	1	39	39	41
		nákladní	1	1.7	1.7	2	
C	vpravo	osobní	42	1	42	42	57
		nákladní	9	1.7	15.3	15	
	přímě	osobní	302	1	302	302	345
		nákladní	25	1.7	42.5	43	
	vlevo	osobní	59	1	59	59	64
		nákladní	3	1.7	5.1	5	
D	vpravo	osobní	136	1	136	136	153
		nákladní	10	1.7	17	17	
	přímě	osobní	77	1	77	77	92
		nákladní	9	1.7	15.3	15	
	vlevo	osobní	51	1	51	51	71
		nákladní	12	1.7	20.4	20.4	

- Fázové schéma**



Obr. 10: Zvolené fázové schéma

Na základě vlastního uvážení jsem zvolil třífázové řízení křižovatky. Při návrhu jsem se snažil zohlednit intenzity jednotlivých proudů. K přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím mě vedly vysoké intenzity na hlavní komunikaci ul. Těšínská v přímém směru - VA2, VC2, a zároveň poměrně velké intenzity levého odbočení z ul. Těšínské - VA3. Z obr. 10 je patrné, že při takto zvoleném sledu fází se minimalizuje počet kolizních ploch ve 2. a 3. fázi. Zvolené pořadí fází jsem zjistil pomocí kombinací jednotlivých fází, příloha 4. B. Z kombinací fází jsem určil maximální mezičasy. Rozhodující pořadí fází je takové, při němž je nejmenší hodnota součtu mezičasů. Součet mezičasů mezi kritickými vjezdy je pro zvolené pořadí fází 20 s.

Tab. 13: Pořadí zvolených fází

1	fáze	VB1	VB2	VB3	VD1	VD2	VD3
2	fáze	VA1	VA2	VC1	VC2	PB	PD
3	fáze	VA3	VC3				

- Metoda saturovaného toku – postup výpočtu**

- Základní saturovaný tok řadičího pruhu:

$$S_{\text{zabl(pruhu)}} = 1800 + 100 * (\check{s} - 3,5) \text{ [jv/h]} \quad (17)$$

- Základní saturovaný tok vjezdu:

$$S = S_{\text{zabl}} * k_{\text{skl}} * k_{\text{obl}} \text{ [jv/h]} \quad (18)$$

Koeficient sklonu:

$$k_{\text{skl}} = 1 - 0,02 * a \quad (19)$$

Při sklonu vodorovném nebo vjezdu v klesání se $a = 0$.

Koeficient oblouku:

$$k_{obl} = \frac{R}{R+1,5 * f} \quad (19)$$

Poddíl odbočujících vozidel z celkové intenzity vjezdu f :

$$U \text{ samostatného pruhu pro odbočování je } f=1. \text{ Jinak } f = \frac{\text{intenzita obočujících vozidel } [\frac{jv}{h}]}{\text{celková intenzita vjezdu } [\frac{jv}{h}]}$$

- Stupeň saturace vjezdu:

$$y = \frac{I}{S} \quad (20)$$

- Celkový stupeň saturace:

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \quad (21)$$

$i = i$ -tá fáze, n = počet fází v jednom cyklu

- Délka efektivní zelené:

$$z' = z + 1 \text{ [s]} \quad (22)$$

- Ztrátový čas ve fázi:

$$l = t_m - 1 \text{ [s]} \quad (23)$$

- Celkový ztrátový čas cyklu:

$$L = \sum_{i=1}^n l_i \text{ [s]} \quad (24)$$

- Optimální délka cyklu:

$$C_{opt} = \frac{1,5 * L + 5}{1 - Y} \text{ [s]} \quad (26)$$

- Reálná délka cyklu v rozmezí:

$$0,75 * C_{opt} < C < 1,5 * C_{opt} \quad (27)$$

- Výpočet doby zelené pro kritický vjezd

$$z = \frac{\max y * (C - L)}{Y} - 1 \text{ [s]} \quad (28)$$

- Kapacita vjezdu:

$$K = S * \frac{z'}{C} \text{ [jv/h]} \quad (29)$$

- Rezerva kapacity vjezdu:

$$Rez = \left(1 - \frac{I}{K}\right) * 100 \text{ [%]} \quad (30)$$

- Výpočet délky řadících pruhů:

$$l_{pruhu} = \frac{6}{3600} * I * C \text{ [m]} \quad (31)$$

Výpočet signálního plánu pro jednotlivé signální skupiny je sestaven v přehledně tabulce, která je součástí přílohy 4. C. Grafické řešení signálního plánu je znázorněno

v příloze 4. D. Výpočtem jsem stanovil, že délka jednoho cyklu bude 70 s. Nejnižší rezerva kapacity je na levém odbočení z hlavní komunikace VA3 pouze 14 %.

6.3 Varianta 2 – okružní křižovatka

6.3.1 Návrh okružní křižovatky

Při návrhu okružní křižovatky bylo zjištěno, že vzájemné uspořádání paprsků křižovatky je pod takovými úhly, které neumožňuje komfortní návrh všech výjezdových poloměrů. Z tohoto důvodu byla navržena okružní křižovatka o vnějším průměru 36,0 m, což je téměř maximální plocha, která byla k dispozici. Kritické poloměry jsou navrženy s ohledem na vlečné křivky NS dl. 16,50 m příloha 5. B.

Při průjezdu křižovatkou nákladní automobil využívá okružní prstenec, proto je důležité jeho kvalitní provedení. Musí být proveden z takového materiálu, aby odrazil přejezd osobních automobilů, nejlépe ze žulových kostek.

Návrhové prvky okružní křižovatky

Vnější průměr: 36,00 m

Průměr středního ostrova: 9,50 m

Šířka jízdního pruhu na okružním pásu: 6,50 m

Šířka poježděného prstence: 2,00 m

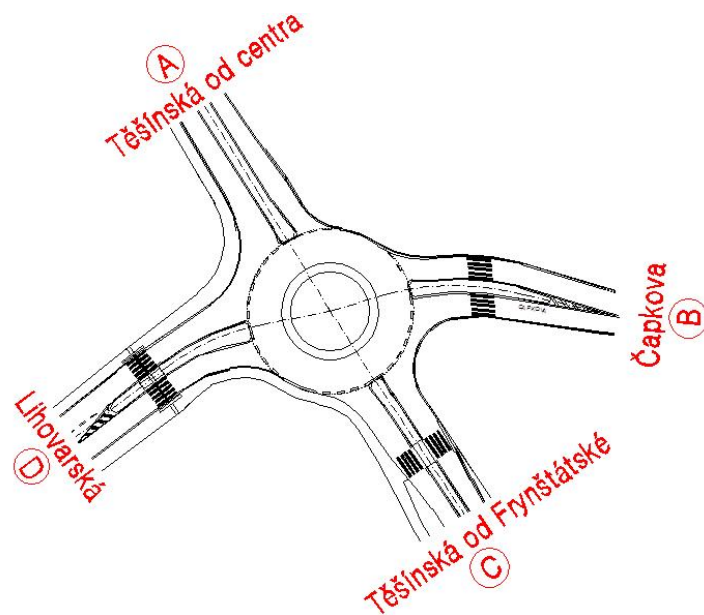
Šířka vjezdů a výjezdů: 5,50 m

Komunikace pro pěší jsou navrženy tak, aby byla dodržena minimální šířka 1,5 m dle normy.

6.3.2 Výpočet kapacity okružní křižovatky

Při výpočtu kapacity navržené okružní křižovatky, jsem postupoval podle TP 135 „Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích“ [5].

K výpočtu kapacity okružní křižovatky potřebuji znát intenzity vozidel na vjezdu a výjezdu jednotlivých paprsků křižovatky. Jako směrodatné intenzity jsem uvažoval výhledové intenzity špičkové hodiny roku 2030 obr. 8: Kartogram špičkové hodiny v roce 2030.

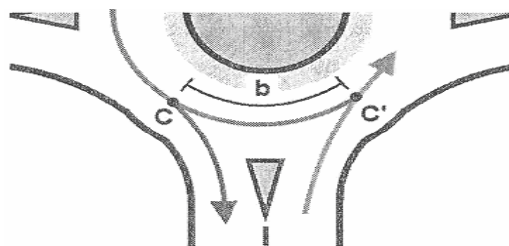


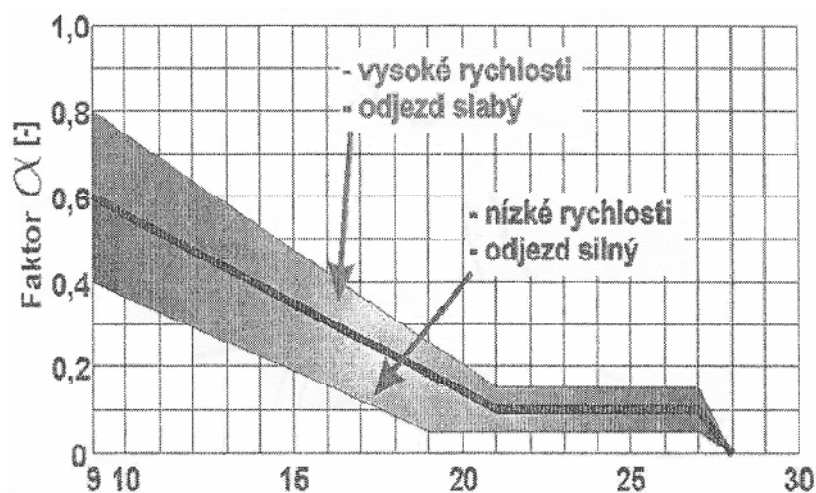
Obr. 11: Značení paprsků křižovatky

Tab. 14: Intenzity vozidel a vzdálenosti kolizních bodů

hodnoty	vjezd A	vjezd B	vjezd C	vjezd D
Q_e	861	253	529	354
Q_a	620	330	821	226
Q_k	176	543	344	810
b	17,9	15,90	13,84	12,60
α	0,24	0,31	0,40	0,45

- Q_e intenzita vozidel na vjezdu [v/h]
 Q_a intenzita vozidel na výjezdu [v/h]
 Q_k intenzita vozidel na vozovce okružního pásu [v/h]
 b vzdálenost mezi kolizními body [m]
 α faktor závislý na vzdálenosti mezi kolizními body

Obr. 12: Vzdálenost b mezi dvěma kolizními body

Obr. 13: Graf pro zjištění faktoru α

- Postup výpočtu:**

Kapacita vjezdu L_e :

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} * (Q_k + \alpha * Q_a) \text{ [v/h]} \quad (32)$$

Stupeň vytížení křižovatky ALGe:

$$ALGe = \frac{Q_e}{L_e} * 100 \text{ [%]} \quad (33)$$

Rezerva kapacity R:

$$R = L_e - Q_e \text{ [v/h]} \quad (34)$$

Délka čekací fronty L:

$$L = \frac{Q_e * t_w}{3600} * L_{voz} \text{ [m]} \quad (35)$$

t_w střední čekací doba [s]

L_{voz} délka vozidla – 6 m pro osobní automobil [m]

- Vjezd A**

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} * (Q_k + \alpha * Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} * (176 + 0,24 * 620) = 1\,211,29 \text{ v/h}$$

$$ALGe = \frac{Q_e}{L_e} * 100 = \frac{861}{1211,29} * 100 = 71 \%$$

$$R = L_e - Q_e = 1\,211,29 - 861 = 350 \text{ v/h}$$

$$L = \frac{Q_e * t_w}{3600} * L_{voz} = \frac{861 * 10}{3600} * 6 = 14 \text{ m}$$

- **Vjezd B**

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} * (Q_k + \alpha * Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} * (543 + 0,31 * 330) = 926,4 \text{ v/h}$$

$$ALGe = \frac{Q_e}{L_e} * 100 = \frac{253}{926,4} * 100 = 27 \%$$

$$R = L_e - Q_e = 926,4 - 253 = 673 \text{ v/h}$$

$$L = \frac{Q_e * tw}{3600} * L_{voz} = \frac{253 * 5}{3600} * 6 = 2 \text{ m}$$

- **Vjezd C**

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} * (Q_k + \alpha * Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} * (344 + 0,40 * 821) = 902,31 \text{ v/h}$$

$$ALGe = \frac{Q_e}{L_e} * 100 = \frac{529}{902,31} * 100 = 59 \%$$

$$R = L_e - Q_e = 902,31 - 529 = 373 \text{ v/h}$$

$$L = \frac{Q_e * tw}{3600} * L_{voz} = \frac{529 * 8}{3600} * 6 = 7 \text{ m}$$

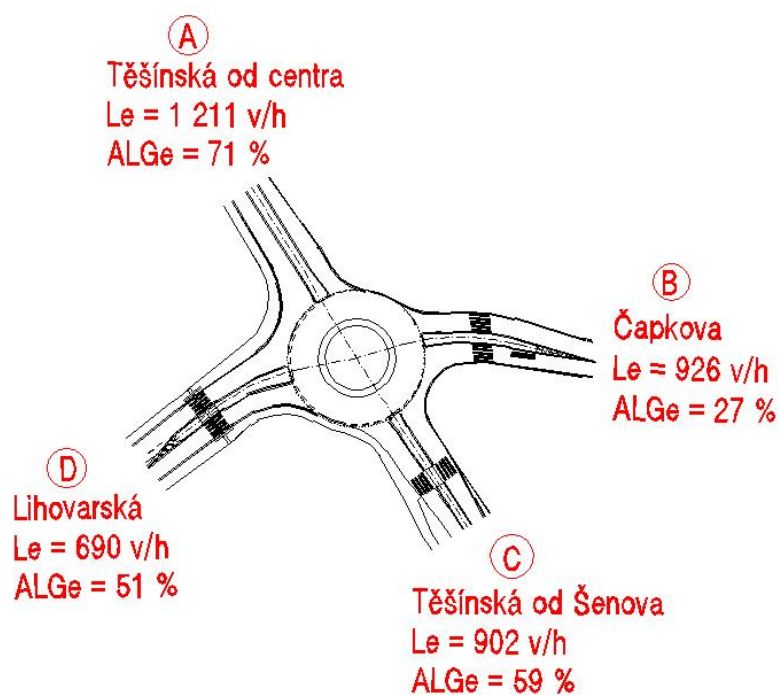
- **Vjezd D**

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} * (Q_k + \alpha * Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} * (810 + 0,45 * 226) = 689,6 \text{ v/h}$$

$$ALGe = \frac{Q_e}{L_e} * 100 = \frac{354}{689,6} * 100 = 51 \%$$

$$R = L_e - Q_e = 689,6 - 354 = 336 \text{ v/h}$$

$$L = \frac{Q_e * tw}{3600} * L_{voz} = \frac{354 * 11}{3600} * 6 = 7 \text{ m}$$



Obr. 10: Výsledky posouzení kapacity okružní křižovatky v roce 2030

Z posouzení kapacity navržené okružní křižovatky vyplývá, že tato křižovatka v roce 2030 kapacitně **vyhoví**. Každý paprsek křižovatky zároveň prokázal rezervu kapacity.

7 Zhodnocení variant řešení

6.1 Zhodnocení přestavby křižovatky na křižovatku řízenou SSZ z hlediska bezpečnostního

Účelem návrhu křižovatky řízené SSZ bylo nejen zvýšení kapacity a plynulosti silničního provozu křižovatky, ale také zvýšení bezpečnosti a snížení nehodovosti.

Při neřízeném provozu je obvykle nejčastějším typem dopravních nehod boční srážka. Velkou předností SSZ je právě snížení počtu bočních srážek vozidel, ale naopak velkým nedostatkem je zvýšení počtu nehod typu srážky zezadu. Řízení křižovatky tedy automaticky nemusí zvýšit bezpečnost. Pro snížení počtu srážek zezadu je nutno vytvořit kvalitní protismykové živičné kryty vozovek na vjezdu do křižovatky a zřizovat větší počet návěstidel se zvýrazněnými kontrastními rámy [1]. SSZ se doporučuje zřizovat pouze na silně zatížených křižovatkách, nebo z důvodu poklesu jiných typů nehod, než je srážka zezadu.

6.1.1 Predikce dopravních nehod navržené řízené křižovatky

Na křižovatce ul. Těšínská – Čapkova – Lihovarská došlo v období 2004 až 2009 celkem k 25 dopravním nehodám. Z toho lze přisoudit cca 18 nehod stavebně technickému stavu křižovatky a 3 nehody organizaci dopravy na neřízené průsečné křižovatce. Zbylé nehody byly způsobeny spíše vlastním zapříčiněním řidičů a jejich nedostatečnou pozorností. Bylo zjištěno, že nejvíce DN se stalo proti příkazu svislé dopravní značky P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“, celkem 12 dopravních nehod. Nutno zmínit, že všechny se staly na ul. Čapkova i přesto, že stejné značení je i na ul. Lihovarská. To lze přisoudit nedostatečnému rozhledu pro zastavení, jak už bylo dříve řešeno v kapitole 3.2. Dalším typem DN je nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Celkový počet takto způsobených nehod za posledních 5 let je celkem 6. Tyto nehody se v naprosté většině případů staly opět na ul. Čapkova. Nehody byly způsobeny vyhlížením vozidel jedoucích po hlavní pozemní komunikace ve směru od Šenova a řidiči přijíždějící po ul. Čapkova z tohoto důvodu nedostatečně sledovali vozidla stojící před nimi. Tyto nehody lze přisoudit stavebně technickému stavu křižovatky.

Po přestavbě křižovatky na řízenou SSZ by se měl počet DN výrazně eliminovat. Pokud bude provoz na křižovatce řízen podle navrženého sledu fází, nemělo by docházet k nehodám typu nerespektování svislé dopravní značky P6, a zároveň by se měl snížit počet nehod typu nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, který byl v tomto případě značně ovlivněn špatnými rozhledovými poměry. Lze ale očekávat, jak je u křižovek řízených SSZ

zvykem, určitý nárůst nehod typu srážky zezadu a nehod způsobených jízdou na červenou. K další eliminaci DN podle navrženého sledu fází přispěje samostatná fáze pro vozidla odbočující vlevo z hlavní komunikace. Nebude docházet ke křížení s vozidly protijedoucími, a tudíž se tento počet DN eliminuje o 100 % v době zapnuté signalizace.

Zřídí – li se na křižovatce SSZ podle navrženého sledu fází, odhaduji snížení počtu nehod v příštích 5 letech z 25 na 10 DN.

6.2 Ekonomické zhodnocení přestavby křižovatky na řízenou SSZ

Před vlastní instalací signálního zařízení je potřeba provést stavební úpravy na ul. Čapkova. Ty spočívají v rozšíření vozovky náběhovým klínem z důvodu vložení pruhu pro odbočení vlevo. Proto nemalý podíl finančních prostředků z celkové částky na zřízení SSZ bude nutné vynaložit právě na tyto stavební úpravy. Jako orientační odhad nákladů na přestavbu křižovatky může posloužit níže uvedený položkový rozpočet.

Tab. 15: Orientační cena položek stavebních prací [16]

č. položky	Popis	mj	Výměra	Jednotková cena	Cena [Kč]
1	odstranění povrchu - asfaltový kryt vozovky	m ²	40	450	18 000
2	odstranění povrchu - asfaltový chodník	m ²	60	600	36 000
3	obnovení povrchu - vozovka	m ²	280	1 400	392 000
4	chodník, asfaltový	m ²	120	970	116 400
5	obruba	bm	90	400	36 000
6	vodorovné dopravní značení	m ²	80	700	56 000
7	další činnosti				80 000
Cena celkem					734 400

Tab. 16: Orientační cena položek SSZ [17]

č. položky	Popis	mj	Výměra	Jednotková cena	Cena [Kč]
1	řadič	ks	1	350 000	350 000
2	signalizační stožár a výložník	ks	4	20 000	80 000
3	betonový základ	ks	4	4 500	18 000
4	SSZ chodecké	ks	8	6 900	55 200
5	SSZ	ks	13	8 450	109 850
6	napájecí kabel pro zařízení	ks	1	18 000	18 000
7	další položky				50 000
Cena celkem					681 050

Tab. 17: Orientační cena křižovatky řízené SSZ

Varianta 1 - křižovatka řízená SSZ	Cena [Kč]
Celková cena - stavební práce	734 400
Celková cena – světelně signalizační zařízení	681 050
Cena celkem	1 415 450

6.3 Zhodnocení přestavby křižovatky na křižovatku okružní z hlediska bezpečnostního

Stejně jako u návrhu SSZ není účelem okružní křižovatky pouze zvýšení kapacity a plynulosti provozu, ale zároveň zvýšení bezpečnosti a snížení nehodovosti. Obecně patří okružní křižovatky, z hlediska míry poklesu nehod a zranění, k nejúčinnějším dopravně-bezpečnostním opatřením. Statistiky uvádí redukci těžkých následků nehod o 90 – 95 % [2]. Před uvedením křižovatky do provozu, je nutné klást důraz na dostatečné a přehledné dopravní značení. Řidič musí včas poznat, že se blíží k okružní křižovatce. Nedostatečná informovanost řidičů často bývá důvodem vzniku dopravních nehod [2].

6.3.1 Predikce dopravních nehod navržené okružní křižovatky

Při přestavbě z průsečné křižovatky na okružní křižovatku dochází zcela zásadním způsobem ke změně organizace dopravy. Z tohoto důvodu se výrazným způsobem mění příčiny a typ dopravních nehod.

Na stávající křižovatce v předchozích pěti letech došlo k 12-ti DN proti příkazu dopravní značky P6 především z důvodu nedostatečného rozhledu pro zastavení. Po přestavbě na okružní křižovatku by se měl počet nehod způsobených nedostatečným rozhledem pro zastavení na ulici Čapkova snížit o 100 %. Vyosení a napojení paprsku křižovatky pod větším úhlem, umožňuje řidiči ve vzdálenosti 15 m od vnějšího okraje okružního pásu rozhled na předchozí vjezd i následující výjezd [5]. Zároveň by se měl výrazně zredukovat počet DN způsobených nedodržením bezpečné vzdálenosti za vozidlem, protože většina těchto nehod se stala právě na ul. Čapkova z důvodu špatného rozhledu na ul. Těšínskou. Nehody způsobené nedáním přednosti v jízdě při odbočném vlevo se rovněž eliminují na minimum.

Bude-li křižovatka přestavěna na okružní křižovatku, odhaduji snížení počtu DN v nadcházejících 5 letech z 25 na 5.

6.4 Ekonomické zhodnocení přestavby křižovatky na okružní křižovatku

Při přestavbě křižovatky na okružní křižovatku bude vynaloženo daleko více finančních prostředků, než tomu bylo u varianty předešlé. Celá konstrukční vrstva vozovky v rozsahu stanoveném navrženou situací bude odstraněna a odvezena na skládku. Část nákladů bude rovněž vynaložena na zemní práce při záboru nové plochy a na přeložení inženýrských sítí. Nově zřízeno bude celé souvrství vozovky, středový ostrov s prstencem, čtyři směrovací a jeden ochranný ostrůvek. Jako orientační odhad nákladů na výstavbu okružní křižovatky může posloužit níže uvedený položkový rozpočet.

Tab. 18: Orientační cena okružní křižovatky [16]

č. položky	Popis	mj	Výměra	Jednotková cena	Cena [Kč]
1	odstranění povrchu - asfaltový kryt vozovky	m ²	4 560	450	2 052 000
2	odstranění povrchu - asfaltový chodník	m ²	1 530	600	918 000
3	přeložka inženýrských sítí	odhad			150 000
4	zemní práce	hod.	24	650	15 600
5	vozovka	m ²	4 450	1 400	6 230 000
6	chodník, zámková dlažba	m ²	1 530	500	765 000
7	obruba	bm	1 180	400	472 000
8	vodorovné dopravní značení	m ²	540	700	378 000
9	další činnosti				200 000
Cena celkem					11 180 600

6.5 Závěr zhodnocení variant z bezpečnostního a ekonomického hlediska

Dopravní nehody, ke kterým dochází na stávající křižovatce, by měly být po přestavbě křižovatky dle navržených úprav výrazně zredukovány. Nevýhodou křižovatky řízené světelnou signalizací je, že řidiči z ul. Čapkovy i nadále nebudou mít rozhled na vozidla stojící na ul. Těšínská. Naopak při stavbě okružní křižovatky je rozhled z ul. Čapkovy plně zajištěn. Z bezpečnostního hlediska bude realizace okružní křižovatky vhodnější, než křižovatky světelně řízené.

Z ekonomického zhodnocení přestavby křižovatky je patrné, že jako výhodnější se jeví realizace světelně řízené křižovatky. Je důležité si však uvědomit, že jsou to pouze prvotní investice, které bývají u křižovatek řízených SSZ nižší, než u křižovatek okružních. Přičteme-li k této prvotní investici náklady spojené se zabezpečením řádného provozu, elektrickou energií a náklady spojené s pravidelnou údržbou signálního zařízení v dalším období, mohou se budoucí investice vynaložené na řádný chod zařízení vyrovnat nákladům spojených s výstavbou okružní křižovatky.

6.6 Doporučená varianta

Při doporučení varianty vhodné ke zpracování dalšího stupně PD je potřeba zohlednit několik aspektů, které výrazně ovlivňují rozhodování. Mezi tato hlediska patří především vývoj intenzit, kapacita a rezervy kapacity dané křižovatky z důvodu plynulé jízdy automobilů. Dále pak bezpečnost všech účastníků silničního provozu. Nemalý podíl na výběr varianty mají i vynaložené investice nutné k uskutečnění daného záměru.

Varianta 1. – Křižovatka řízená SSZ

Obecně platí, že instalace SSZ je výhodné pouze na silně zatížených křižovatkách, kde se maximální denní intenzity pohybují mezi 36 000 – 77 000 voz/den. V roce 2030 očekávám intenzitu 27 350 voz/den. Proto si myslím, že by křižovatka byla po většinu dne nevytížena a musela by být řízena několika signálními plány, které by se odvíjely od průběhu intenzit během dne. Další možností je po určitou dobu signální zařízení vypínat. V tomto případě by byl provoz řízen pravidly silničního provozu, jako tomu bylo dosud. Z bezpečnostního hlediska by vypnuté signální zařízení neřešilo nevyhovující rozhledové poměry na ul. Čapkova a opět by zde vznikalo riziko dopravních nehod způsobných nerespektováním dopravní značky P6 a nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Zároveň je nutné zmínit, že k návrhu křižovatky řízené SSZ bylo na základě kritériálního

zhodnocení vhodnosti řízení křižovatky SSZ přistoupeno pouze z důvodu splnění jediného kritéria, a to plynulosti jízdy vozidel MHD. Střední doba zdržení na levém odbočení z ul. Lihovarská byla zjištěna 146 s ve špičkovou hodinu. Osobně toto kritérium nepovažuji za rozhodující a bude splněno i při realizaci okružní křižovatky. Jediné pozitivum vidím v nižší počáteční investici. I přesto tuto variantu nedoporučuji.

Varianta 2. – Okružní křižovatka

Okružní křižovatky je vhodné navrhovat tam, kde se celodenní maximální intenzita pohybuje v rozmezí 25 000 – 30 000 voz/den. V roce 2030 očekávám intenzitu 27 350 voz/den. Kapacitním výpočtem bylo rovněž prokázáno, že křižovatka v roce 2030 vyhoví a zároveň jednotlivé vjezdy prokázaly dostatečnou rezervu kapacity. Proto si myslím, že z hlediska vývoje intenzit je realizace tohoto typu křižovatky vhodnější, než u předešlé varianty. Další výhodu této varianty vidím v zajištění rozhledu pro zastavení. Zároveň očekávám, že počet dopravních nehod bude v příštích pěti letech snížen z 25 pouze na 5 DN. Nevýhodou okružní křižovatky jsou poměrně vysoké náklady na její výstavbu oproti křižovatce řízené SSZ.

Po zhodnocení obou variant si myslím, že přestavba stávající křižovatky na okružní křižovatku bude řešit hlavně bezpečnost všech účastníků silničního provozu, a zároveň nebude nepříznivě ovlivněna plynulost jízdy. Proto tuto variantu vidím jako vhodnější a doporučuji jí ke zpracování dalšího stupně PD.

7 Závěr

Cílem této práce bylo na úrovni dopravně inženýrské prověřovací studie porovnat možnosti úprav stávající křižovatky na křižovatku okružní, nebo řízenou světelně signalizačním zařízením.

Analýzou křižovatky bylo zjištěno, že i přes nepříznivé rozhledové poměry tato křižovatka nepatří mezi nehodové. Kapacitní výpočet stávající křižovatky prokázal nevyhovující úroveň kvality dopravy a to na stupni E, u obou levých odbočení na vedlejších komunikacích.

V prognóze dopravy byla metodou jednotného součinitele růstů, zjištěna výhledová intenzita v roce 2030 ve špičkovou hodinu 1997 voz/h a celodenní intenzita 27 356 voz/den.

V návrhu úprav stávající křižovatky byla řešena možnost řídit křižovatku světelně signalizačním zařízením a umístění okružní křižovatky. Kriteriačním zhodnocením z hlediska umístění SSZ bylo splněno pouze jediné kritérium a to preference vozidel MHD. Podmínkou pro návrh SSZ je splnění alespoň jednoho z kritérií. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k návrhu křižovatky řízené SSZ a návrhu signálního plánu. Navrženo bylo třífázové řízení křižovatky. Po stanovení potřebných mezer bylo vypočtena délka cyklu 70 s.

Druhou variantou byl návrh okružní křižovatky. A sice navržením okružní křižovatky o vnějším průměru 36,0 m. Kapacitní výpočet navržené okružní křižovatky prokázal v roce 2030 dostatečnou rezervu výkonnosti všech vjezdů. Zhodnocením variant z hlediska bezpečnostního byla jako příznivější vybrána varianta 2 – okružní křižovatka. Očekávané snížení počtu dopravních nehod je v příštích pěti letech z 25 na 5 DN. Ekonomickým zhodnocením byla jako méně finančně náročná vybrána varianta 1 – křižovatka řízená SSZ. V závěru práce byla doporučena ke zpracování dalšího stupně PD varianta 2 – okružní křižovatka.

8 Seznam použité literatury

Tištěné publikace

- [1] Jirava, P., Slabý, P. *Pozemní komunikace 10*, Praha: ČVUT, 1997
- [2] Kalašová, A., Paľo, J. *Dopravní inženýrstvo*, Žilina: EDIS-ŽU, 2003

Technické přepisy a normy

- [3] *TP 81 Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích II. vydání*, Brno: Ministerstvo dopravy, 2006
- [4] *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek*, Liberec: Koura publish., 2007
- [5] *TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*, Ostrava: Ministerstvo dopravy, 2005
- [6] *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*, Mariánské Lázně: Koura publish, 2007
- [7] *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení*, Ministerstvo dopravy
- [8] *ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*, Praha: ČNI, 2007
- [9] *ČSN 73 61 10 Projektování místních komunikací*, Praha: ČNI, 2006

Jiné zdroje

- [10] Úřad městského obvodu Radvanice a Bartovice - Odbor výstavby
- [11] Ostravské komunikace a.s.
- [12] Policie české republiky, Dopravní inspektorát města Ostravy
- [13] Ředitelství silnic a dálnic
- [14] Ing. Jiří Tichý, VŠB – TUO, Fakulta stavební – dopravní stavby

Internetové odkazy

- [15] Google mapy, URL <<http://maps.google.cz>>
- [16] Česká republika ústav územního rozvoje, URL < www.uur.cz >
- [17] LIC technika s.r.o., Dopravní signalizace, URL <<http://signalizace-rozvoje.lic.cz>>

9 Přílohy

Příloha 1	Výpis dopravních nehod
Příloha 2	Intenzity vozidel
2. A	Výsledné intenzity - červen 2003
2. B	Kartogram 16-ti hodinové intenzity - červen 2003
2. C	Zátěžový diagram za 16 hodin, 2008
2. D	Výsledky kontrolního sčítání 13.11.2009
Příloha 3	Tabulka přepočtových koeficientů ŘSD
Příloha 4	Návrh SSZ
4. A	Tabulka výpočtů mezičasů
4. B	Tabulky kombinací fází
4. C	Výpočet signálního plánu
4. D	Grafické znázornění signálního plánu
Příloha 5	Vlečné křivky
5. A	Vlečné křivky – křižovatka řízená SSZ
5. B	Vlečné křivky – okružní křižovatka
Příloha 6	Výkresová část
5. A	Výkres č. 1 - Situace širších vztahů (1 : 500)
5. B	Výkres č. 2 - Situace stávajícího stavu (1 : 500)
5. C	Výkres č. 3 – Návrh stavebních úprav pro SSZ (1 : 500)
5. D	Výkres č. 4 – Návrh SSZ (1 : 500)
5. E	Výkres č. 5 – Návrh okružní křižovatky (1 : 500)
5. F	Výkres č. 6 – Rozhledové poměry okružní křižovatky (1 : 500)